資料３

2009.11.4

保安検査規格審査小委員会

○各委員からＫＨＫＳに対するご意見

１．構造的に内・外部からの検査が著しく困難な設備に係る検査方法

（荒木委員）

・内部・外部から検査が困難な機器というのは。

明らかに区別できるものなのでしょうか。

（逆にこれまで申請・承認という形だったのは，なぜでしょうか。）

（ＫＨＫ）

○構造的に困難かどうかで区別しますが、個々の判断は保安検査実施者によります。

○高圧ガス保安法・省令の規定により、経済産業省告示に指定された保安検査の方法以外の方法を用いることができるのは認定保安検査実施者に限られており、かつ、その方法が経済産業大臣の承認(認定)を受けたものでなければなりません。

（松本委員）

内管部の内面は、「当該機器に接続されている・・・・略・・・環境下の機器等」により、腐食及び劣化損傷による確認は可能であると標記されているが、同一環境の設備は、同様に検査が出来ない設備となります。

本県では。内管部の内側（ガスの通る部分）は、健全ですが、内管部の外面についてジャケット側の加熱流体の影響による減肉が発生しています。

＊１６は、ジャケット側の加熱流体の影響を考慮しない設備で確認することとなり、当該設備については、何ら検査が行われないこととなります。

そこで、＊１５の趣旨を尊重し、同号の文章中の「直接目視又はファイバースコープ」の次に「内外面の減肉又は劣化損傷が確認できる非破壊検査（＊６に定める期間に実施する。）」を追加し、確認方法を拡大してはどうでしょうか。

（ＫＨＫ）

○接続された機器の検査による代替は、必ずしも一つの機器で行うものとは考えていません。機器によっては、接続された複数の機器の検査によって代替しなければ確認できないものがあると考えます。

（大薮委員）

１）二重管に係る過去の事故事例（あれば）や腐食・劣化の傾向はどのようなものでしょうか。

２）４．３．１の 解説 *16中、「当該機器に接続されている同一の腐食及び劣化損傷が発生するおそれのある環境下の機器等を目視検査・・・」とありますが、例えば二重管の場合、ジャケットで覆われる内管の外面のエロージョン、コロージョンも考えられ、接続機器での同一の腐食・劣化環境というものはなかなか考えにくいのではないでしょうか。フレキの検査方法のパブコメ１５の回答では、接続する機器の検査による腐食・劣化等の判断は慎重にすべきと回答されています。

（ＫＨＫ）

○ＫＨＫ情報調査部による調査結果を別添に示します。

○接続された機器の検査による代替は、必ずしも一つの機器で行うものとは考えていません。機器によっては、接続された複数の機器の検査によって代替しなければ確認できないものがあると考えます。

２．ＬＮＧ受入基地に設置されているＬＮＧ熱交換器に係る内部の目視検査周期

（横山委員）

（９．２．１）

LNG-NG 熱交換器は LNG と NG が流体となっているため、腐食の問題がないことより、周期の改訂に問題はないと考えます。図３のガス冷却器は LNG 熱交換器とした方が分かりやすいです。

(KHK)

○そのとおりでした。

３．ＬＮＧ受入基地に設置されているＬＮＧ貯槽に設けられた温度上昇防止装置に係る作動検査方法

（荒木委員）

・正確な計算方法は不明ですが，配管に一度に流れる水量が、実際の水量に対して検査時の水量がかなり少ないように思いますが、検査として問題ないでしょうか。
（また北九州ＬＮＧの工業用水が異常に少ないのが気になりました。）

・図７の２つの赤点線部の間の検査はないのでしょうか。（通気のみ？）

（ＫＨＫ）

○発災時の水量については、ＬＮＧタンクが火災に至った場合、隣接するＬＮＧタンクの温度上昇を防止するため、ＬＮＧタンク１基分すべての散水量以上の散水が可能となるよう設定しており、海水消火ポンプにより、これに必要な水量を供給できる設備となっ

ています。

試験時の水量については、作動試験はＬＮＧタンク１基分の散水設備を分割して順次行うことから、分割単位毎の散水に必要な作動試験用ポンプにより、規定の水量を供給できる設備となっています。

また、一部ＬＮＧ受入基地において工業用水の保有量が少ないとのご指摘について、工業用水の保有水量は、温度上昇防止措置の作動試験（分割単位毎の散水試験）１回あたりに必要な水量を確保しています。

従いまして、保有水量が少ないＬＮＧ受入基地については、作動試験の実施後、一定時間工業用水を貯水した後、再び作動試験を実施するという運用を繰り返し行っています。

○工業用水を用いた作動試験では、散水配管の全経路(赤点線部相互間の配管を含み)に通水を行い、貯槽への実散水を行います。

また、通気テストによる作動試験では、散水配管に設けられた対象設備(貯槽)直近の一次弁まで(赤点線部相互間の配管を含み)通水を行い、貯槽への実散水は行わず、通気テストにより散水配管及び出口ノズルの異常の有無を確認します。

（横山委員）
（９．３．１）
④の異常とは具体的にどのようなことでしょうか。
（ＫＨＫ）
○外観の腐食、損傷、変形等　及び　出口ノズルの目詰まり（水が十分出ない、不均一に出る等）等　の異常です。

４．フレキシブルチューブ類に係る検査方法

（荒木委員）
・今回の改定には関係ありませんが、図１０の高圧ガス事故の近年の急増の原因の方が気になりました。
・小林委員長が言われていたような疲労が主原因の可能性が高いのであれば、そういった内容も（将来的に？）必要なのではと思いました。
（ＫＨＫ）
○ご指摘の点、ごもっともと考えます。

疲労が主原因であり、その要因の多くが誤った取付け・取扱い方法にあると考えます。

メーカーでは、これらに対する注意喚起をＨＰや取扱説明書等にて行っています。

誤った取り付けは、まず、設置時の完成検査で確認すべきものと考えられますが、今後、メーカーとも協力し、これら事例を定期自主検査指針に取り込むこと等について検討を行っていきたいと考えます。

図(株式会社テクノフレックス　ＨＰより一部抜粋)

（松本委員）

4.3.2（３）及び（４）において、「・・・略・・日常の外部目視検査及び定期的（日常、又は使用開始時等）な漏れ確認試験を実施すること。」と記載されているが、高圧ガス取締法解説（昭和 26 年発行）の保安検査の方法（規則 90 条）の解説(抜粋)には、「試験及び検査のうち試験とは、それぞれの該当する設備に実際に圧力を加え、その気密又は耐圧等の性能を厳密に試験するものを言うのであり、検査とは、基準に合致しているか否かを点検する程度のものでもさしつかえない。」と記載されている。

このことからも、定期自主検査時または保安検査時のみの検査実施で問題ないと解釈できる。

しかし、漏れ確認試験の方法は、解説＊７「漏れ確認試験は、ＫＨＫＳ０８５０－３ ４．４項　高圧ガス設備の機密性能の方法が適用できる。」と記載されており、運転状態の高圧ガスで漏れ試験を行なう場合は、「保安検査基準２００５年度版に係る質疑応答集」の３．１　気密試験圧力には、「保安検査時とは、別に運転圧力とは高くなった時点で漏えいの有無を確認する。」と定めている。

以上の点から漏れ確認試験は、年２回で良いと考える。

（ＫＨＫ）

○事業者の自主管理を徹底するとの趣旨から、漏れ確認試験を“定期(日常又は使用開始時等)”に実施すると規定し、漏れの有無を確実に確認することを定めました。また、事業者には日常点検が義務付けられており、これとも矛盾しないものと考えます。

漏れ確認試験は運転状態、停止状態の内圧のある状態で漏れの有無を確認するものであり、「気密試験」とは異なるものですが、漏れ確認試験の方法で４．４項　高圧ガス設備

の気密性能の方法が適用できるとしました。従いまして、頻度を増した漏れ確認試験の全てを４．４項の方法によらなければならないとの趣旨ではありません。
改正の趣旨は以上ですが、漏れ確認試験の回数を一律に何回でよい(何回がよい)と定められるものではないと考えます。

（大薮委員）
４．３．２の本文中、「(１)に掲げる目視検査及び(２)から(５)に掲げる内部の非破壊検査又はその他の検査により確認する。」の表現について。
本文だけ読むと、(１)の検査に加え(２)から(５)に掲げる検査すべてを実施しなければならないようにも読めます。(１)の検査に加え、使用状況により(２)から(５)の方法のいずれかを組み合わせるものですから、例えば「・・・非破壊検査又はその他の検査のいずれかにより確認する。」　としたほうがよりはっきりするのではないかと考えます。
（ＫＨＫ）
○(２)では「（３）及び（４）に規定するものを除く。」とし、（３）（４）は各々対象を限定しています。また、（５）も「前項までの検査方法が適用できない」と対象を限定しています。従いまして、（２）～（５）の適用に当たって誤解や混乱は生じないと考えます。ただし、本規格を周知する際にはご指摘を踏まえ、万が一にも誤解や混乱が生じないよう十分に配慮、説明することとします。

（吉川委員）
圧力および流量の上限が設定されていないことの妥当性について、ご説明いただきたいと思います。
フレキシブルチューブの構造的特質により、許容できる圧力が抑えられ，現実的には問題視するほどの高圧では使用されないということであれば、そのような状況をご説明いただきたいと思います。
そうではなくて、無制限に高圧にできるということであれば、破損時の被害規模を鑑みて、圧力の上限値を設定することが必要であると思われます。
（ＫＨＫ）
○フレキシブルチューブ類であっても、高圧ガス設備に用いるものは、一般の高圧ガス設備と同様に使用材料、耐圧・気密性能及び強度の技術基準が課せられており、これを踏まえてメーカーで製作されています。(この技術基準の確認のために、一般的には型式毎の設計圧力の４倍の圧力での加圧試験、製品毎の設計圧力の１．５倍の圧力での耐圧試験が行われています。)
また、表に示すようにメーカーではフレキシブルチューブ類の性能等を示しており、使用条件に対し適切な製品を選択し、設置、維持管理を行えば、問題はないと考えます。
なお、汎用的なフレキシブルチューブ類では19.6MPa(用途例：圧縮ガス容器への充てん

圧力、充てん速度(7m^3/25min))程度が上限であり、これらはこれまでに十分な使用実績があります。一方、これを超える圧力のものについては、ユーザーからの仕様に基づき設計・製作されている例が多いようです。(この場合も、その製品に応じた注意事項等がメーカーから示されることとなります。)

○以上から、基本的に制限は必要ないと考えますが、事故例があるのは事実であること、燃料電池自動車等を踏まえた高圧水素などの利用による万一の場合の被害規模を鑑み、審査小委員会で圧力等の上限について制限がなされれば、それに従うこととなります。

表(株式会社テクノフレックス　製品カタログより一部抜粋)

ワンピッチチューブ　ANNULAR PROFILE

TYPE 型式	NOMINAL DIAMETER (A) ■径 (A)	PRODUCTS チューブ寸法(mm)			BEND RADIUS ■げ半径(mm)		BRAID CONSTRUCTION ブレイド仕様		WEIGHT 質量(kg/m)		WORKING PRESSURE 許容圧力(MPa)	
		INSIDE DIAMETER 内径	OUTSIDE DIAMETER 外径	WALL THICKNESS 板厚	PRACTICAL 実用	REPETITION 繰返し	φ 線径(mm)	NUMBER 総本数	TUBE チューブ	BRAID 1重ブレイド	WITH ONE PLY 1重ブレイド付	WITH TWO PLIES 2重ブレイド付
SA	6	6.0	9.5	0.15	20	80	0.3	120	0.1	0.1	9.2	9.2
	8	8.5	12.3	0.15	25	100	0.3	120	0.1	0.1	7.0	7.0
	10	10.5	15.0	0.20	30	140	0.3	168	0.2	0.1	8.1	8.3
	15	13.3	18.3	0.20	40	160	0.3	192	0.2	0.2	5.4	6.6
	20	19.7	25.6	0.20	50	200	0.3	256	0.3	0.2	3.6	4.6
	25	25.5	32.9	0.25	90	220	0.3	320	0.5	0.3	2.4	4.9
	32	32.6	40.8	0.25	90	290	0.4	288	0.5	0.4	3.0	3.7
	40	39.0	47.9	0.30	110	360	0.4	384	0.7	0.6	2.7	3.7
	50	51.5	61.5	0.30	170	470	0.4	480	1.1	0.8	1.8	3.1
FX	8	6.8	12.5	(0.35)	35	130	―	―	0.4	―	―	19.6
	10	9.9	16.8	(0.34)	40	140	―	―	0.5	―	―	14.7
	15	13.5	21.1	(0.32)	50	160	―	―	0.7	―	―	10.7
	20	20.2	30.7	(0.40)	75	210	―	―	1.3	―	―	8.8
	25	25.7	38.7	(0.49)	100	230	―	―	1.7	―	―	6.9
OH	65	61.5	77.0	0.30	200	280	0.4	528	1.0	1.0	1.0	1.9
	80	75.0	90.0	0.30	220	330	0.5	576	1.2	1.2	1.2	1.3
	100	101.0	118.0	0.35	280	490	0.5	720	1.6	1.7	1.0	1.3
UB	125	137.4	179.8	1.20	1100	―	0.4※	32	12.3	2.9	―	―
	150	162.8	205.2	1.20	1600	―	0.6※	36	14.2	4.8	―	―
	200	213.9	256.3	1.20	1900	―	0.6※	38	18.2	6.4	―	―
	250	254.2	307.2	1.50	2100	―	0.4※	184	27.1	5.2	―	―
	300	301.7	354.7	1.50	2600	―	0.4※	208	31.7	5.9	―	―
	350	336.8	389.8	1.50	2900	―	0.6※	224	35.1	9.4	―	―

※ブレイドはリボンブレイドとなりますので、数値は帯の厚さとなります。
許容圧力値は常温、チューブ材質SUS304での値を示します。
実用曲げ半径:ブレイド付チューブで、ブレイドにシワ、偏りが生じない曲げ半径の最小値を示します。
繰返し曲げ半径:1MPa加圧のもとで直線状と湾曲変形を繰返す際、疲労回数が3000サイクルとなる湾曲の半径を示します。
FX型チューブの質量は2重ブレイド付の値を示します。FX型の板厚は参考値となります。

※In the case of ribbon braids. Value is braid thickness.
WORKING PRESSURE : In the case of ambient temperature and 304SS.
PRACTICAL BEND RADIUS : The minimum value of the bend radius that wrinkle and bias are not caused in the braid is shown in the braid addition tube.
REPEATED BENDING RADIUS : Under pressure of 1MPa at the time straight and bending deformation are repeated, a bending radius at which the fatigue life will be 3000 cycles.
Weight of FX-TYPE with double plies braids.

(横山委員)

(９．４．１)

事故要因の分析において母集団の大きさを考慮する必要はないのでしょうか。割合(%)の数字だけが独り歩きする恐れがあるように思います。ここでは、事故の統計を取ったが、件数も少なく、明確な事故要因の解析から、法律改正を目指すというよりは、現状の問題点を取り除くという考えで改正をするという説明が必要と思います。

(ＫＨＫ)

○先生の認識と違いはありません。９．４．３の維持管理のあり方で現状の問題点、それへの対応策として検査方法を提案していますが、それより前の記述である９．４．２ｄ)で事故に関し述べているので、上記のように思われたと考えます。９．４．２ｄ)では、事故の多くが取付けの問題や使用上の問題に起因するもので、腐食、劣化によるものの割合は多くはないということが論旨です。記載の順序に配慮すべきであったと考えます。

先日の委員会の議論から理解すると、フレキシブルチューブの使い方は様々であり、通常の配管とは異なり腐食減肉の傾向管理もできないという事情を考慮したベストな管理方法を考える必要があると思います。

（KHK）

○そのとおりです。

また、日常検査を確実に実行するのが最善と思いますが、管理のロードが重くなりすぎるのも問題です。

（KHK）

○そのとおりですが、日常目視点検は高圧ガス製造者に義務づけられています。これを着実・確実に実施していただくものであり、ロードが重くなりすぎるものではないと考えます。定期的漏れ確認試験は、これまで規定のなかったものですが、これもとくにロードが重くなりすぎるものではないと考えます。

両端を固定して使用する場合と、頻繁に取り外す場合を分けることは可能でしょうか？両端固定の場合には日常点検による管理を行い。頻繁に取り外しをする場合には、ある試用期間ごとの交換を義務付けることは可能でしょうか。

（KHK）

○「検査方法」を提案するのが第一義であるので、交換の義務付け自体は適当ではないと考えます。また、種々の使用条件、使用状態にあるものについて「交換期間」を義務付けることは困難であると考えます。使用条件、使用状態に基づき、使用者又は特定の業界で交換基準を自主的に定めて行くことがよいと考えます。

（以上）

番号	code	事故区分	事故名称	年月日	県名	死者	重傷	軽傷	計	物質名	現象	業種	設備区分	取扱状態	事故原因	着火源	事故概要
1	2005-185	製造事業所（一般）	熱応力からの疲労による配管からの酸素の漏えい	2005/5/17	宮城県	0	0	0	0	酸素	漏洩等	その他（研究所）	配管	<通常運転中>	<劣化>	無	ロケットエンジンの燃焼試験を目的とする高圧ガス製造施設において、ロケットエンジンの試験を行うために当該設備の貯槽に液化酸素コールド・エバポレータ（CE）から液化酸素の充てん作業を実施していたところ、二重配管になっている液化酸素配管からガスの漏洩を確認したため直ちに作業を中止した。漏洩が確認された配管は、内管と外管が溶接により拘束される構造となっているため、充てん作業時に内管に液化酸素が流れ込む際に内管が冷却されて熱応力が生じ、これが27年間繰り返されたため疲労破壊が発生したものと考えられる。
2	2007-610	製造事業所（コ）	水素導管におけるピンホールからの漏えい	2007/11/19	宮崎県	0	0	0	0	水素	漏洩等	一般化学	導管	<通常運転中>	<劣化>（腐食）	無	市道を横断する、工場間の水素導管（道路の上越え箇所は二重配管構造）の定期点検中に、二重配管の外管テストホールにおいてガス検知器により可燃性ガスを確認したところ、一箇所においてわずかに可燃性ガスを検知した。外管を撤去し、内管の気密試験を行ったところ、内管の表面にピンホールを発見した。この配管は、導管が市道を横断する部分のみ、内管（3B：STPG370）及び外管（5B：SGP）からなる二重配管構造となっている。端面の雨養生もなされていたが、隙間から雨水が浸入し、内管の表面が腐食し、ピンホールが発生したためと推定される。事故後、当該配管は更新された。
3	2008-418	製造事業所（コ）	メタキシレンジアミン製造施設におけるアンモニア及び水素の漏えい	2008/7/13	新潟県	0	0	0	0	アンモニア、トリメチルベンゼン、イソフタロニトリル、水素	破裂等	一般化学	メタキシレンジアミン製造施設、熱交換器、Uベンド管	<通常運転中>	<劣化・腐食等>（腐食、磨耗）、<点検不良>	無	メタキシレンジアミン製造施設において、21時48分頃、大きな破裂音と共にアンモニア検知器が警報を発した。直ぐに、MX2装置全系を緊急停止し、緊急遮断弁で装置をブロック化すると共にアンモニア装置外への拡散を防ぐため、散水設備による散水を始め消防に通報した。ブロック化した装置のうち、水添反応器（運転圧力9.8MPa）の圧力低下が著しいため、反応器周辺設備が漏えい箇所であると推定した。調査した結果、水添反応器上流の熱交換器の直管部が開孔しているのが発見された。発災した熱交換器は、直管部とUベンド部からなる二重管型熱交換器である。内部流体は、液体アンモニア、トリメチルベンゼン、イソフタロニトリルを主成分とする原料液と水素ガスであり、気液混相流であった。調査の結果、Uベンド部と直管部を繋ぐ溶接線の下流側に著しい減肉が認められた。これは、下流側に発生したエロージョンが主原因と考えらる。また、微量副生成物として存在するシアン及びカルバミン酸アンモニウムによるコロージョンも関与していると推定される。このように、当該箇所はエロージョン/コロージョンが想定される箇所であったが、肉厚測定定点はUベンド部中央外側にしていたため、溶接線下流部の減肉を発見することができなかったことが要因と考えられる。今後は、類似箇所の抽出・点検及び水平展開を実施し、肉厚測定点を再検討することとした。また、直管部とUベンド部は、溶接からフランジ接合に変更し、また材質を炭素鋼からSUS304へ変更すること